d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Pflanzenphysiologische Mittheilungen aus Buitenzorg.

(VI.[1])

Zur Physiologie von *Taeniophyllum Zollingeri*

von

J. Wiesner,

w. M. k. Akad.

(Mit 1 Tafel.)

Bei meinen Studien über den Lichtgenuss der Pflanzen,[2] welche mich während meines Aufenthaltes in Buitenzorg vorwiegend beschäftigten, habe ich dem *Taeniophyllum Zollingeri* Rchb. fil., einer epiphytischen Orchidee von flechtenartigem Habitus, meine besondere Aufmerksamkeit zugewendet.

Zahlreiche an dieser Pflanze angestellte Beobachtungen drängten mich, Versuche über die Wachsthumsintensität ihrer Wurzeln anzustellen und einige anatomische und physiologische Besonderheiten dieses Epiphyten näher zu verfolgen.

Ich gelangte so zu mehreren, namentlich in physiologischer Beziehung nicht uninteressanten Resultaten, welche, wie ich später aus der Literatur ersah, noch nicht bekannt sind, wesshalb ich mich entschloss, meine auf diese Pflanze bezugnehmenden Untersuchungsergebnisse, trotz ihres mehrfach nur fragmentarischen Charakters, hier zusammenzustellen, um

---

[1] Siehe diese Sitzungsber., Bd. 103, Abth. I, S. 401, Anmerkung.

[2] Untersuchungen über den Lichtgenuss der Pflanzen mit Rücksicht auf die Vegetation von Wien, Buitenzorg (Java) und Cairo. Diese Sitzungsberichte, Bd. 104 (Abth. I), Juli 1895.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

zu weiteren Forschungen über Leben und Lebensweise dieser merkwürdigen Orchidee Anregung zu geben.[1]

Grosse Wachsthumsgeschwindigkeit scheint zu den charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Pflanzen des heiss-feuchten Tropengebietes zu gehören. Thatsache ist, dass diese Pflanzen als Ganzes und deren Organe häufig ein ausserordentlich rasches Wachsthum zu erkennen geben.

Aber nicht bloss durch den Augenschein, sondern durch vielfältige Messung der Wachsthumsgeschwindigkeit der Organe tropischer Gewächse ist an ihnen ein oft geradezu exorbitanter Zuwachs für die Zeiteinheit nachgewiesen worden.

Zuletzt hat Prof. G. Kraus,[2] welcher gleichzeitig mit mir sich durch längere Zeit in Buitenzorg aufhielt, dort sehr sorgfältige Messungen über die Wachsthumsgeschwindigkeit von Bambussen angestellt, welche aber zudem den Zweck verfolgten, den Gang der Wachsthumsintensität bei Tag und Nacht, und die von Pfeffer[3] als »autonome oder spontane Wachsthumsoscillationen« bezeichneten, von äusseren Einflüssen unabhängigen Änderungen der Zuwachsgrösse kennen zu lernen.

Nach Beobachtungen, welche Kraus an einer Bambusart (*Dendrocalamus* sp. aus Ceylon) anstellte, beträgt der stündliche Zuwachs des Stammes dieser Pflanze bei grösstem Tageszuwachs 23·7 *mm*.

Diesem eclatanten Beispiele einer extremen Wachsthumsgeschwindigkeit will ich ein entgegengesetztes Beispiel gegen-

[1] Wie ich aus der Literatur ersah, so sind die anatomischen Verhältnisse der Luftwurzel von *Taeniophyllum Zollingeri* von mehreren Seiten untersucht worden, so dass ich nach dieser Richtung nur wenig Neues und zugleich Brauchbares bringen könnte, wesshalb ich in obiger Darstellung mich bloss auf meine die Physiologie des genannten Epiphyten betreffenden Beobachtungen beschränken werde. Über die anatomischen Verhältnisse der Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zoll.* siehe Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen. Marburg, 1889, I, S. 193 ff.; G. Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanatomie, 2. Aufl. Leipzig, 1896, S. 410.

Goebel hat bereits, was für die physiologische Betrachtung der Wurzeln von *Taenioph. Zoll.* von Wichtigkeit ist, auf deren dorsiventralen Charakter aufmerksam gemacht (l. c. I, S. 197 und II, Marburg, 1891, S. 351).

[2] Das Längenwachsthum der Bambusrohre. Ann. du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. XII (1895), p. 196 ff.

[3] Physiologie, II, S. 81.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

überstellen: das ungemein langsame Wachsthum der grünen Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri*. Ein interessantes Gegenstück, welches uns lehrt, dass die ungemein günstigen Vegetationsbedingungen des heiss-feuchten Tropengebietes nicht stets dahin führen müssen, die Wachsthumsintensität zu forciren. Es scheint mir vielmehr, dass die vollendete Erfüllung der Vegetationsbedingungen, die uns in der Tropenwelt entgegentritt, die grösste Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen der Pflanzenwelt ermöglicht, welche allerdings häufig in gigantischen Typen in Erscheinung tritt, sich aber auch in extrem pygmäischen Formen zu erkennen geben kann.

Wie so es kommen kann, dass in den Tropen auch ganz pygmäische, aber doch vollkommen angepasste, zähe ausdauernde Formen zur Ausbildung gelangen, scheint in dem Umstande gelegen, dass die häufig auf's Äusserste gesteigerte Entwicklungsfähigkeit der dortigen Pflanzen ein solches Überwuchern und Durchwuchern der Gewächse herbeiführt, dass viele Formen, auf eng zugemessenen Raum angewiesen oder anderweitig durch äussere Factoren in ihrer Entwicklung begrenzt, sich in der Ausbildung ihrer Organe stark einschränken müssen, aber unter den sonstigen überaus günstigen Vegetationsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, rasche Aufschliessung der Nährstoffe etc.) dennoch bestand- und entwicklungsfähig bleiben.

Ein charakteristisches Beispiel für eine durch die Gunst der tropischen Vegetationsbedingungen ermöglichte zwerghafte aber doch, wie die enorme Verbreitung lehrt, zäh-ausdauernde Pflanzenform ist *Taeniophyllum Zollingeri*: eine Orchidee von, wie schon bemerkt, flechtenartigem Habitus, ohne Laubblätter, in ihrem vegetativen Körper fast nur aus Wurzeln bestehend, welche alle vegetativen Verrichtungen zu besorgen haben, die Befestigung auf dem Substrate, die Nahrungsaufnahme, die Assimilation der anorganischen Nährstoffe etc., ein kleines, unansehnliches Pflänzchen, welches mit den Vegetationsbedingungen der Flechten vorlieb nimmt, mit diesen gemeinschaftlich auf der Rinde der Bäume lebt und keine andere Concurrenz als die mit rindenbewohnenden Flechten und ähnlichen kleinen Epiphyten zu bestehen hat.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Die Orchideen sind Gewächse, welche im Vergleiche zu anderen monocotylen Pflanzen durch auffallende Langsamkeit der Entwicklung ihrer Vegetationsorgane ausgezeichnet sind.[1] Dieses langsame Tempo der Entwicklung ihrer Vegetationsorgane ermöglicht nach meinem Dafürhalten die grosse Reductionsfähigkeit dieser Organe, welche unter den Phanerogamen ihres Gleichen sucht.

Der normale Habitus der Orchideen ist allerdings durch wohlausgebildete Blätter und Blüthenstandsaxen charakterisirt, aber die vegetativen Axen und die Wurzeln sind häufig stark reducirt.

Die Lebensweise der Orchideen ermöglicht nun im tropischen Gebiete — man darf wohl annehmen in Folge andauernd günstiger Hauptbedingungen der Vegetation, aber sonstiger Einschränkungen — ein graduelles Abweichen von dem normalen Habitus zu den verschiedenartigsten Extremen. Bei einigen tropischen *Vanilla*-Arten (z. B. *V. aphylla* Bl. und *V. Phalaenopsis* Rchb. etc.) und anderen tropischen Orchideen (z. B. *Angraecum aphyllum* Ldl.) treten die Blätter nur in Form grüner Schuppen auf und der chlorophyllreiche Stamm scheint das alleinige Organ der Kohlensäureassimilation dieser Epiphyten zu sein.[2]

Auf ein anderes Extrem in der Ausbildung der Vegetationsorgane einer Orchidee hat Pfitzer in seiner classischen Morphologie der Orchideen (S. 20) die Aufmerksamkeit gelenkt, nämlich auf *Aerantes* (*Angraecum*, neuestens *Polyrrhiza*[3]) *funalis* Rchb. Dieser Epiphyt bringt auf sehr verkürzter Axe ein reich entwickeltes Büschel von Luftwurzeln hervor, welche die Function der grünen Laubblätter übernehmen, nämlich als die einzigen Organe der Kohlensäureassimilation an dieser Pflanze thätig sind.

---

[1] Belege für das langsame Wachsthum der Vegetationsorgane monopodialer Orchideen enthält Pfitzer: Morphologie der Orchideen. Heidelberg, 1882, S. 20.

[2] Siehe hierüber: Göbel, Pflanzenbiologische Schilderungen, Marburg, 1889, I, S. 196.

[3] »Natürliche Pflanzenfamilien« von Engler und Prantl, II. Th., 4. Abth. Leipzig, 1888. »Orchidaceen«, bearbeitet von Pfitzer, S. 216.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Schimper[1] hat die letztgenannte, in biologischer Beziehung so interessante Pflanze noch eingehender als sein Vorgänger charakterisirt. Ihr Stamm ist winzig, mit kleinen, braunen, trockenen Schuppen bedeckt; das Wurzelbüschel erreicht eine Länge von mehreren Fuss; die Wurzeln hängen meistens frei herab. In der Trockenperiode erhebt sich die nur wenige Centimeter lange, grünliche, nadelförmige Blüthenstandsaxe, welche auch nur Blattrudimente trägt, so dass also auch zur Zeit der Blüthe und Fruchtbildung nur die Wurzeln als Organe der Kohlensäureassimilation fungiren.

Mit dieser merkwürdigen Pflanze hat unser *Taeniophyllum* schon eine grosse Ähnlichkeit, nur dass die letztere noch kleiner und gedrungener ist, nur Haftwurzeln erzeugt, welche sich auf dem Substrate radienförmig ausbreiten, während *Polyrrhiza funalis* ein Büschel von Wurzeln bildet, welche, wie bemerkt, vorwiegend frei herabhängen, also nur zum geringen Theile dem Substrate anhaften.

Wie Göbel (l. c.) bereits mittheilt, bildet auch *Taeniophyllum Zollingeri* nur eine kurze, zarte Blüthenstandaxe aus, welche nur winzige, schuppenförmige Blätter trägt, so dass auch diese Pflanze zur Zeit des Blühens und Fruchtens bezüglich der Production organischer Substanz nur auf die Wurzeln angewiesen ist.

Ich schalte hier ein, dass ich diese Pflanze mitten in der Regenperiode blühend und fruchtend angetroffen habe. Die von mir mitgebrachten, mit Blüthen oder Früchten besetzten Exemplare (siehe die Tafel, Fig. *A* und *B*) wurden zwischen Ende December und Anfang Februar gesammelt.

1. Vorkommen der Pflanze.

Dieser Epiphyt wurde auf Java entdeckt, und so viel mir bekannt, ist derselbe sonst nirgends aufgefunden worden.[2] Es wird gewöhnlich angegeben, dass diese Pflanze nur oder vorwiegend auf den Stämmen der Palmen vorkommt. Ich habe

[1] Epiphyten Westindiens. Botan. Centralblatt, 1884, I, S. 255.

[2] Teijsmann und Binnendijk. Catal. plant. que in horto bot. Bogoriensi coluntor. Batavia, 1866, p. 49.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

dieselbe aber auch an anderen Monocotylen und zahllosen Dicotylen gefunden und meine, dass sie auf der Stammrinde jedes Baumes gedeihen kann, wenn nur die erforderlichen Lichtverhältnisse gegeben sind und nicht allzu starke Rissbildung der Rinde die zu ebener Ausbreitung neigende Wachsthumsrichtung der Wurzeln stört.

Nach meinen Aufzeichnungen nenne ich folgende Gewächse, auf deren Stammrinde ich *Taeniophyllum Z.* beobachtete. Monocotylen: Zahlreiche Palmen, ferner *Philodendron crinipes.* Dicotyle Bäume: *Ficus elastica* und andere *Ficus*-Arten, *Salacia* sp., *Garcinia* sp., *Weinmannia* sp. und *Canarium commune.*[1]

Ich habe *Taeniophyllum Zollingeri* nur an Hauptstämmen und stark aufstrebenden Seitenästen gefunden. Hier ist sie der Einwirkung des Vorderlichtes ausgesetzt. Ob es auf der Oberseite stärker geneigter Seitenäste vorkommt, ist nicht immer leicht zu constatiren. An solchem Standorte habe ich die Pflanze niemals gesehen. An der Unterseite stark geneigter Äste kommt sie aber wohl kaum vor. Trotz aufmerksamer Beobachtung habe ich sie an solchen Stellen nicht gesehen. Hier wäre sie auf das Unterlicht angewiesen, welches innerhalb des Baumschattens viel zu gering ist, um ihr Fortkommen zu ermöglichen. Das Lichtbedürfniss des *Taeniophyllum* ist nämlich nicht so gering, als man von vornherein vielleicht anzunehmen geneigt wäre. Es dürften nur wenige epiphytische Orchideen existiren, welche ein (relativ) so hohes Lichtbedürfniss aufweisen, wie unsere Pflanze. Ich habe im ganzen Orchideenquartier des Buitenzorger Gartens kein einziges Exemplar von *Taeniophyllum* gesehen, trotzdem sie sonst im Garten sehr häufig vorkommt. Am üppigsten fand ich die Pflanze entwickelt, wenn sie an ihrem Standorte $^1/_7$—$^1/_9$ des gesammten Tageslichtes empfing. Bei $^1/_2$—$^1/_3$ des Gesammtlichtes ging sie in Folge zu starken, unter $^1/_{32}$ in Folge zu geringen Lichtes zu Grunde.[2]

[1] Die Mangelhaftigkeit obiger Liste hat ihren Grund darin, dass ich bei meinen Beobachtungen über *Taeniophyllum* wegen des Vorkommens auf den verschiedensten Baumarten auf das Substrat nicht besonders achtete und nur in dem Falle, wenn es sich um Messung der Zuwächse handelte, die Art oder Gattung des Baumes, auf welchem der Epiphyt vorkam, notirte.

[2] Wiesner, l. c. S. 649.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Auf horizontalen Flächen, also dem Oberlichte ausgesetzt, habe ich sie niemals beobachtet. Herr Dr. Figdor theilte mir aber mit, dass er sie ausnahmsweise auch auf der Horizontalfläche eines (beschatteten) Baumstumpfes beobachtet habe.

Das Vorkommen der Pflanze an Hauptstämmen, welches wohl die Regel bildet, hat seinen Grund in dem Umstande, dass das Vorderlicht ihr die für sie günstigsten Intensitäten darbietet. So entwickelt sie ihre Vegetationsorgane (Luftwurzeln) gewohnheitsgemäss in nahezu verticaler Ebene, aber in dieser Richtung nach allen Seiten ausstrahlend, und wird desshalb wohl keine Form des Geotropismus zur Ausbildung bringen können. — Auf diesen Gegenstand komme ich später noch zurück.

2. Wachsthumsgeschwindigkeit der Luftwurzeln.

A. Im Tageslicht befindliche Wurzeln.

Die Beobachtungen wurden an Individuen angestellt, welche sich am Hauptstamme der Bäume in natürlicher Anheftung befanden. Für jede zur Beobachtung gewählte Pflanze wurde der mittlere Lichtgenuss bestimmt, indem die Lichtstärke des Standortes mit der Stärke des gesammten Tageslichtes in Vergleich gesetzt wurde.[1] Da die Zuwächse sehr klein sind, so wurde nur die nach Ablauf circa eines Monats stattgefundene Längenzunahme ermittelt.

1. Die Pflanze befand sich auf einer *Garcinia*. Mittlerer Lichtgenuss $= {}^1/_{21}$. Es wurden drei Wurzeln (*a*, *b*, *c*) gemessen.

Beginn des Versuches: 5. Jänner 1894.

Schluss: 3. Februar 1894.

Gesammtzuwachs der Wurzel *a*	1·9 *mm*
» » » *b*	2·8
» » » *c*	2·4
Mittlerer Gesammtzuwachs in 29 Tagen.....	2·37 *mm*.

[1] Über die Methode, den Lichtgenuss zu bestimmen, siehe Wiesner, l. c., S. 619 ff.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

2. Alles wie im Versuche 1, nur Lichtgenuss $= {}^1/_{18}$.

Gesammtzuwachs der Wurzel *a*	3·8 *mm*
» » » *b*	3·2
» » » *c*	3·4
Mittlerer Gesammtzuwachs in 29 Tagen	3·47 *mm*.

3. Die Pflanze breitete sich am Stamme von *Philodendron crinipes* aus. Mittlerer Lichtgenuss $= {}^1/_8$.

Beginn des Versuches: 4. Jänner 1894.

Schluss: 3. Februar 1894.

Gesammtzuwachs der Wurzel *a*	8·3 *mm*
» » » *b*	8·8
Mittlerer Gesammtzuwachs in 30 Tagen	8·55 *mm*.

4. Gleichfalls auf dem Stamme von *Philodendron crinipes*. Mittlerer Lichtgenuss $= {}^1/_5$.

Dauer des Versuches wie im vorhergehenden Falle.

Gesammtzuwachs der Wurzel *a*	6·8 *mm*
» » » *b*	6·8
Mittlerer Gesammtzuwachs in 30 Tagen	6·8 *mm*.

5. Die Wurzel eines auf dem Stamme einer *Oreodoxa* wachsenden Individuums ergab nach 31 Tagen (vom 30. December 1893 bis 30. Jänner 1894) bei einer mittleren Lichtintensität $= {}^1/_4$ einen Gesammtzuwachs von 2·5 *mm*.

Es wurde nur eine Wurzel gemessen.

An einigen Exemplaren, welche einer mittleren Lichtintensität $= {}^1/_{28}$ (auf einer *Garcinia*) und von $^1/_3$ (auf einer *Weinmannia*) ausgesetzt waren, fielen die Zuwächse nach Monatsfrist im ersten Falle in Folge zu geringer, im letzten Fall in Folge zu grosser Lichtintensität so gering aus, dass sich keine verlässliche Messung anstellen liess.

Im (weissen) Tageslichte wurden also folgende Zuwächse beobachtet:

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Lichtgenuss						
$^1/_{21}$	in 29 Tagen	2·37 *mm*,	in 24 Stunden	0·0817 *mm*
$^1/_{18}$	» 29 »	3·47	» 24 »	0·1172
$^1/_8$	» 30 »	8·55	» 24 »	0·2830
$^1/_5$	» 30 »	6·80	» 24 »	0·2266
$^1/_4$	» 31 »	2·50	» 24 »	0·0806

Da sämmtliche Versuchspflanzen, abgesehen von der verschiedenartigen Beleuchtung, sich sonst unter gleichen Verhältnissen befanden, so lässt sich aus den Beobachtungen ableiten, dass von einer bestimmten Lichtintensität an mit steigender Lichtstärke bis zu einer bestimmten Grenze das Wachsthum der Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zolling.* zunimmt, mit weiter steigender Lichtstärke wieder abnimmt und endlich gänzlich erlischt.

Vergleicht man den grössten täglichen Zuwachs des Bambusrohres (*Dendrocalamus* sp., nach den Beobachtungen von G. Kraus[1]) mit dem grössten (aus obigen Beobachtungen unter Annahme gleichmässigen Wachsthums abgeleiteten) täglichen Zuwachs der Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zoll.*, so gelangt man zu dem Verhältniss 570 : 0·283 *mm* = 2013 : 1. Das von G. Kraus untersuchte Bambusrohr wächst also rund 2000mal rascher als die Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri.*

Es wäre interessant zu wissen, wie die Wachsthumsintensitäten in der Wurzel unseres Epiphyten vertheilt sind, da diese Luftwurzeln, wie weiter unten gezeigt werden wird, nicht die Fähigkeit zu haben scheinen, sich unterirdisch zu entwickeln, wie etwa die Luftwurzeln der *Hartwegia comosa*, welche bekanntlich sich auch zu Bodenwurzeln umbilden können. Es lässt sich desshalb von vornherein als nicht unwahrscheinlich annehmen, dass die Luftwurzeln von *Taenioph. Zoll.* bezüglich der räumlichen Vertheilung der Wachsthumsintensität von gewöhnlichen Wurzeln abweichen dürften. Es ist aber unser Epiphyt wegen seines ausserordentlich langsamen Wachsthums zu den betreffenden Messungen nach unseren gegen-

[1] L. c. S. 202.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

wärtigen Methoden sehr wenig geeignet, und meine diesbezüglich unternommenen Versuche haben kein klares Resultat ergeben, da sich die Tuschmarken nicht so lange, als es erforderlich gewesen wäre, erhalten haben. Ich habe nicht Zeit gehabt, eine brauchbare Methode zur Durchführung der betreffenden Messungen ausfindig zu machen; es bleibt die Erledigung dieses Gegenstandes also späteren Besuchern von Buitenzorg vorbehalten.

B. Im Dunkeln befindliche Wurzeln.

Nach dem im Lichte verschiedener Intensität vorgenommenen, oben mitgetheilten Versuchen ist von vornherein anzunehmen, dass die Wachsthumsstärke der Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri* bei Lichtausschluss entweder nur ausserordentlich gering sein wird, oder aber dass diese Organe im Finstern gar nicht wachsen.

Meine hierüber angestellten Versuche wurden theils mit am Baume befindlichen Pflanzen, theils an Individuen vorgenommen, welche, sammt der Rinde vom Stamme abgelöst, unter einem lichtabhaltenden Recipienten cultivirt wurden.

Mehrere Exemplare unseres Epiphyten, welche am Stamme von *Canarium commune* wuchsen, wurden mit einem Cartonblatt überdeckt, welches durch Nadeln am Stamme befestigt wurde. Es wurde Sorge getragen, dass das Cartonblatt nicht unmittelbar auf den Luftwurzeln auflag. Der Verschluss war also weder licht- noch luftdicht und es darf angenommen werden, dass die Versuchspflanzen sich nicht in ungünstigen Vegetationsverhältnissen befanden. Meine Versuche wurden durch Regen zumeist zerstört, aber in einem Falle blieben die gänzlich bedeckten Wurzeln durch 21 Tage am Stamme überdeckt und waren da einer so geringen Lichtintensität ausgesetzt, welche sich gar nicht mehr (nach dem Bunsen-Roscoe'schen Verfahren) messen liess; die Wurzeln befanden sich also so gut wie im vollkommenen Dunkel. In diesem Falle wurde an den Wurzeln gar kein Wachsthum wahrgenommen.

An einer der erhalten gebliebenen Versuchspflanzen war ein Theil der Wurzeln eines Individuums dem Lichte ausgesetzt, ein anderer Theil befand sich 18 Tage (durch Überdeckung mit einem Cartonblatt) im Dunkeln. Die verdunkelten Luft-

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

wurzeln zeigten kein, die beleuchteten ein sehr deutliches Wachsthum.

An einem mit der Rinde vom Baume abgelösten Exemplare, welches unter einem dunkeln Recipienten gezogen wurde, konnte, obgleich sich die Pflanze während des ganzen, etwa einen Monat dauernden Versuches anscheinend ganz gesund befand, gleichfalls kein Wachsthum nachgewiesen werden. Dieser Versuch, der leider nicht mehr wiederholt werden konnte, gehörte einer grösseren, später noch zu erwähnenden Versuchsreihe an, in welcher vergleichsweise im weissen, gemischten gelben, gemischten blauen Lichte und im Dunkeln experimentirt wurde.

Die im Dunkeln verlaufenen Versuche haben leider nur zu spärlichen Messungen Veranlassung gegeben, so dass ich auf Grund der gewonnenen, allerdings durchwegs negativen Resultate, aber auch unter Berücksichtigung des selbst unter den günstigsten Verhältnissen nur ungemein langsamen Wachsthums, nicht wage, es mit Bestimmtheit auszusprechen, dass die Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri* im Finstern ihr Wachsthum vollkommen einstellen. Es ist dies aber nach den von mir angestellten Beobachtungen im hohen Grade wahrscheinlich.

Es scheinen mithin die Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri* sich ähnlich so wie das Würzelchen (Hypocotyl) von *Viscum album* zu verhalten, welches bei Ausschluss von Licht, wie gewöhnlich angegeben wird, nicht wächst. Eine völlige Gleichheit zwischen diesen beiden Organen besteht aber, falls meine Beobachtungen über das Wachsthum der Wurzeln der erstgenannten Pflanze sich bestätigen sollten, doch nicht. Denn ich habe nachgewiesen, dass das Hypocotyl von *Viscum album* allerdings in den ersten Keimungsstadien ohne Licht nicht zur Weiterentwicklung zu bringen ist, hingegen später, wenn es negativ geotropisch zu werden beginnt, auch im Dunkeln weiterwächst.[1] Der Unterschied im Verhalten der

[1] Wiesner, Pflanzenphysiologische Mittheilungen aus Buitenzorg. IV. »Vergl. physiologische Studien über die Keimung des Samens europäischer und tropischer Arten von *Viscum*.« Diese Sitzungsber., Bd. 103 (1894) S. 401 ff. Daselbst auch der Nachweis, dass die Würzelchen der untersuchten tropischen

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Luftwurzel von *Taeniophyllum Zollingeri* und dem Hypocotyl von *Viscum album* bestände also darin, dass erstere überhaupt nur im Lichte, letzteres bloss in den ersten Stadien der Keimung der Samen nur im Lichte wächst.

C. Im farbigen Lichte befindliche Wurzeln.

Es wurden zahlreiche Exemplare von *Taeniophyllum Zoll.*, welche auf der Rinde von *Ficus elastica* sich entwickelt hatten, sammt der Rinde abgelöst und vier miteinander im Aussehen am meisten übereinstimmende Individuen (*a*—*d*) zu der nachfolgend mitgetheilten Versuchsreihe ausgewählt.

a kam unter einen dunkeln Recipienten, *b* unter einen farblosen Glassturz, *c* unter eine Senebier'sche Glocke (doppelwandige Glasglocke), welche mit einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali gefüllt war, endlich *d* unter eine Senebier'sche mit Kupferoxydammoniak beschickte Glocke.

Die Rindenstücke, also auch die Wurzeln, befanden sich in dieser Versuchsreihe in horizontaler Lage.

Abgesehen von der Beleuchtung standen alle Versuchspflanzen unter gleichen Vegetationsbedingungen. Die mittlere Lichtstärke des äusseren auf die Glasglocken fallenden Lichtes betrug etwa $^1/_{4\cdot8}$ des gesammten Tageslichtes. Von Zeit zu Zeit wurden die Luftwurzeln je nach Bedarf etwas befeuchtet. Der Versuch begann am 28. December 1893 und dauerte bis 25. Jänner 1894. Bis dahin befanden sich alle Wurzeln dem Anscheine nach vollkommen normal, später fingen die Wurzeln aller Exemplare, offenbar in Folge einer im Substrate stattgefundenen Veränderung, mehr minder zu kränkeln an, wesshalb der Versuch unterbrochen wurde.

Viscum- und *Loranthus*-Arten von Anfang an im Finstern keimen. Ich benütze diese Gelegenheit, um zu bemerken, dass es mir in den beiden Wintern 1894 bis 1895 und 1895—1896 gelungen ist, auch *Loranthus europaeus* im Finstern und zwar bis zu 70 Procent, zur Keimung zu bringen. Die hier in Wien auf meine Veranlassung im Winter 1893—1894 während meines Aufenthaltes in Java angestellten diesbezüglichen Versuche ergaben, wie ich (l. c.) anführte, ein negatives Resultat, welches in der Versuchsmethode, die nunmehr wesentlich verbessert ist, seinen Grund hatte.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Das Verhalten der im Dunkeln befindlichen Pflanze (*a*) wurde oben schon geschildert: es konnte an den Wurzeln gar kein Wachsthum nachgewiesen werden.

Die unter der farblosen Glocke befindlichen Wurzeln (der Pflanze *b*) wiesen einen mittleren Zuwachs von 5·2 *mm* auf.

Die im schwach brechbaren Lichte (unter der gelben Glocke) befindlichen Wurzeln (der Pflanze *c*) verlängerten sich durchschnittlich um 4·6 *mm*. Dabei trat folgende merkwürdige Erscheinung auf. Die ganze neu zugewachsene Wurzelpartie (oberes Wurzelende) hatte sich vom Substrate abgehoben und emporgekrümmt. Die verticale Lage wurde aber dabei nicht erreicht; die im wenig gekrümmten Bogen über die Horizontale erfolgende Erhebung betrug etwas weniger als 45°.

Die im stark brechbaren Lichte (unter der blauen Glocke) befindliche Pflanze *d* zeigte ein anderes Verhalten. Die Wurzeln schmiegten sich in ganz normaler Weise dem Substrate an, der durchschnittliche Zuwachs betrug aber nur 4·1 *mm*.

Leider konnte ich wegen bevorstehender Abreise diese Versuchsreihe nicht mehr wiederholen und überhaupt das Verhalten der Luftwurzeln dieser Pflanze nicht weiter verfolgen.

3. Die Wachsthumsbewegungen der Luftwurzeln von Taeniophyllum.

So fragmentarisch äusserer Verhältnisse halber die eben mitgetheilten Versuche auch bleiben mussten, so wird es doch erlaubt sein, an die jedenfalls sehr merkwürdigen Beobachtungen folgende Betrachtungen über die Wachsthumsbewegungen unseres Epiphyten zu knüpfen.

Da die Wurzeln unserer Pflanze — nach den angestellten Beobachtungen zu urtheilen — im Finstern nicht wachsen, hingegen im (gemischten) Gelb, welches aber, nach anderweitigen Erfahrungen zu schliessen,[1] das Wachsthum nur in geringem Grade beeinflusst, wohl aber, wie allgemein bekannt, die Kohlensäureassimilation in hohem Masse befördert, so wird man wohl der Ansicht hinneigen dürfen, dass die Luftwurzeln von

[1] Wiesner, Heliotropische Erscheinungen, Denkschr., 1880, II. Theil, S. 11.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Taeniophyllum die zu ihrem Wachsthum erforderliche Substanz direct durch Kohlensäureassimilation erzeugen müssen. Sie wachsen im Finstern nicht, weil sie ohne Licht nicht Kohlensäure assimiliren können. Sie wachsen hingegen im Gelb, aber nicht etwa in Folge eines empfangenen Wachsthumsreizes, sondern weil sie in diesem Lichte die zum Wachsthum erforderliche organische Substanz gewinnen.

Da an einer Pflanze, an welcher ein Theil der Wurzeln verdunkelt, der andere aber ausreichendem Lichte ausgesetzt ist, nur die letzteren, nicht aber die ersteren wachsen, so wird man auch hieraus ableiten können, dass zum Wachsthum der Luftwurzeln unseres Epiphyten Kohlensäureassimilation erforderlich ist.

Wie kommt nun die im gelben Lichte bei horizontaler Lage der Luftwurzeln erfolgende Aufwärtskrümmung der jüngsten Wurzelenden zu Stande?

Es sind in dieser Beziehung von vornherein folgende drei Möglichkeiten in Betracht zu ziehen: positiver Heliotropismus, negativer Geotropismus, endlich eine bestimmte Form spontaner Nutation, nämlich verstärktes Wachsthum an der Unterseite des Organs aus inneren Wachsthumsursachen (Hyponastie).

Dass die Aufwärtsbewegung der im gemischten gelben Lichte wachsenden Wurzelenden möglicherweise auf positivem Heliotropismus beruhen könne, ist desshalb in Erwägung zu ziehen, weil nach der oben beschriebenen Versuchsanstellung das stärkste Licht von oben einfiel, positiver Heliotropismus aber dann zu einer Aufwärtskrümmung führen müsste, was im Versuche thatsächlich der Fall war. Allein gegen diese Auffassung ist zunächst zu bemerken, dass im gemischten blauen Lichte, welches ja die heliotropischen Wachsthumsbewegungen in weitaus höherem Masse als das gemischte gelbe Licht befördert, diese Bewegung nicht erfolgte; sodann, dass die unter normalen Verhältnisse auf verticaler Fläche sich ausbreitenden Luftwurzeln sich nach dem stärksten ihnen zufliessendem Lichte, d. i. das Vorderlicht, bewegen müssten, was aber niemals wahrgenommen werden konnte. Das im gelben Lichte erfolgende Emporkrümmen der wachsenden Wurzelenden kann somit nicht auf positivem Heliotropismus beruhen.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Es frägt sich nun weiter, ob die im (gemischten) Gelb erfolgende Aufwärtskrümmung des Wurzelendes auf negativem Geotropismus beruhen könne.[1] Zur Beantwortung dieser Frage ist vor allem Andern auf die oben (S. 83) angeführte Thatsache zu erinnern, dass die sich immer radiär auf dem Substrate angeordneten Luftwurzeln des *Taeniophyllum Zoll.* die Tendenz haben, sich in einer Verticalebene auszubreiten. Unser Epiphyt kommt ja fast nur auf der Rinde aufrechter Stämme und stark aufgerichteter Seitenäste vor, nur selten, man darf wohl sagen nur ausnahmsweise, siedelt er sich auf horizontalen Flächen an. Die Luftwurzeln haben in Folge dieser merkwürdigen natürlichen Lage wohl kaum die Fähigkeit behalten oder gar erworben, in medianer Richtung negativ geotropisch zu sein, da sie ja in der Regel eine Gleichgewichtslage besitzen, welche schon das Ziel einer geotropischen Bewegung ausdrückt, mithin nicht erst durch Geotropismus zu erreichen ist.[2] Es wäre nun nicht undenkbar, dass die Luftwurzeln trotz der Ausbreitung in einer (nahezu) verticalen Fläche die Fähigkeit besitzen, in lateraler Richtung, d. i. senkrecht zur Medianen, negativ geotropisch zu sein. An Blättern von *Syringa* habe ich bei verticaler Zwangslage ebenso einen lateralen negativen Geotropismus, wie an den Keimblättern von *Abies pectinata* einen lateralen Heliotropismus beobachtet.[3] Wäre aber ein solcher lateraler (negativer) Geotropismus vorhanden, so müssten die seitlich

[1] Dass an Luftwurzeln verschiedener Orchideen negativer Geotropismus vorkommt, habe ich bei *Gongora galeata* Rchb. fil., *Stanhopea ecornuta* Ch. Lem., *Dendrocolla Cotes* Lindl. u. e. a. nachgewiesen (Wiesner, Heliotropische Erscheinungen, II. Theil, Denkschriften der kaiserl. Akad. der Wiss. Bd. 43 [1880, S. 76—78 des Sep.-Abdr.]). Daselbst auch Daten über negativen Geotropismus der Luftwurzeln einiger Aroideen.

[2] Erst wenn die Lage dieser Verticalebene verändert wird, könnte nach medianer Richtung negativer Geotropismus eintreten. Es ist leicht einzusehen, dass auch auf einer Cylinderfläche, bei verticaler Orientirung des Cylinders, nach medianer Richtung kein Geotropismus zu Stande kommen kann. Wenn also die Luftwurzeln von *Taeniophyllum* auf der Oberfläche eines aufrechten dünnen Stammes sich ausbreiten, so erscheint nach medianer Richtung an derselben der Geotropismus gleichfalls ausgeschlossen.

[3] Wiesner, l. c., II. Theil, S. 48. Daselbst noch andere einschlägige Beispiele und eine Abbildung des lateralen Heliotropismus der Keimblätter der Tanne.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

nach unten wachsenden Nebenwurzeln von *Taeniophyllum Zoll.* ihre Wachsthumsrichtung auch umkehren können, was von mir niemals beobachtet wurde. Obgleich ich, aus Zeitmangel verhindert, keine Rotationsversuche mit unserem Epiphyten vorgenommen habe, so dürfte es nach den mitgetheilten und nach den noch folgenden Daten und Erwägungen wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zoll.* keinen negativen Geotropismus besitzen. Für unsere Frage kommt übrigens nur der mediane (negative) Geotropismus in Betracht, der ja im normalen Falle bei Ausbreitung der Wurzeln auf (angenähert) verticaler Fläche sich nicht bethätigen kann, und in dem Ausnahmsfalle, wenn nämlich die Wurzeln auf horizontaler Fläche sich ausbreiten, gleichfalls nicht beobachtet wurde.

Da der im (gemischten) Gelb vorgenommene Versuch nur auf die Möglichkeit eines negativen Geotropismus der Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zoll.* hindeutet, so wurde die Frage nicht auf andere Formen des Geotropismus dieser Organe ausgedehnt. Es ist übrigens ganz klar, dass alle Gründe, welche gegen das Auftreten des negativen Geotropismus dieser Luftwurzeln sprechen, auch den positiven ausschliessen. Denn Organe, welche in einer verticalen Ebene sich ausbreiten, können, so weit es sich um eine Bewegung im Sinne der Mediane handelt, gar keinerlei geotropische Krümmung annehmen. Die radiäre Ausbreitung der Luftwurzeln auf den Rinden aufrechter Stämme schliesst aber selbstverständlich auch die positiv geotropische Bewegung der Wurzeln unseres Epiphyten nach lateraler Richtung aus; denn würde ein solcher lateraler positiver Geotropismus zur Wirksamkeit kommen, so müssten die auf verticaler Fläche ausgebreiteten, nach aufwärts strebenden, aber schief zum Horizonte orientirten Luftwurzeln ihre Wachsthumsrichtung umzukehren befähigt sein, was aber gleichfalls niemals beobachtet wurde.

Die Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zoll.* verhalten sich bezüglich ihrer Wachsthumsrichtungen der Schwerkraft gegenüber vollkommen indifferent, soferne man die an der normal sich entwickelnden Pflanze stattfindenden Verhältnisse berücksichtigt. Ob diesen Organen geotropische Eignungen voll-

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

kommen abgehen, ist allerdings sehr wahrscheinlich, kann aber aus meinen bisherigen Beobachtungen noch nicht mit voller Bestimmtheit abgeleitet werden.

Um mit Sicherheit einen etwaigen Geotropismus unserer Luftwurzeln nachzuweisen, müssten alle anderen concurrirenden Wachsthumsbewegungen ausgeschlossen, beziehungsweise im Versuche berücksichtigt werden, natürlich unter Aufrechterhaltung der Vegetationsbedingungen. Diese Versuche würden aber grosse Schwierigkeiten bereiten, da die Pflanze im Dunkel nicht wächst, mithin der Ausschluss der heliotropischen Wachsthumsbewegungen nicht auf die gewöhnliche Weise, nämlich durch blosse Verdunklung der Versuchspflanze zu erzielen wäre.

Leider hat es mir an Zeit gefehlt, um diesen gewiss interessanten Gegenstand weiter verfolgen zu können.

Für unsere Fragestellung kann aber aus den Beobachtungen gefolgert werden, dass die in Gelb erfolgende Aufwärtskrümmung der wachsenden Wurzelenden weder auf positivem Heliotropismus, noch auf negativem Geotropismus zurückzuführen ist; da nun bei der Versuchsanstellung (unter der Senebier'schen Glocke) an Hydrotropismus nicht zu denken ist, so bleibt zur Erklärung dieser Aufwärtskrümmung nur Hyponastie übrig. Eine Controle für die Richtigkeit dieser Ansicht hätte folgender höchst einfacher Versuch geliefert. Wenn im gemischten gelben Lichte bei verticaler Orientirung der Versuchspflanzen die wachsenden Wurzelenden in der Richtung der Mediane sich vom Substrate abgehoben hätten, so würde dieses Verhalten gegen das Vorhandensein sowohl von Heliotropismus als von Geotropismus sprechen und wäre nur unter der Annahme von Hyponastie zu erklären. Trotz der Einfachheit dieses Versuches konnte ich denselben nicht ausführen. Denn als mich meine Erwägungen zu diesem Experimente hinlenkten, stand meine Abreise von Buitenzog unmittelbar bevor.

Wie oben (S. 89) bereits mitgetheilt wurde, so wachsen die Wurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri* im blauen Lichte; es schmiegen sich hiebei die Wurzeln, wie im gemeinen Lichte, dem Substrate dicht an. Die im Gelb erfolgende Wachsthumsbewegung der Luftwurzeln unseres Epiphyten ist im Wesent-

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

lichen nur indirect vom Lichte abhängig, soferne in diesem Lichte Kohlensäure-Assimilation erfolgt, hingegen auf das Wachsthum kein oder nur ein sehr geringer Einfluss ausgeübt wird. Hingegen muss dem blauen Lichte ein richtender Einfluss auf das Wachsthum dieser Wurzeln eingeräumt werden. Da im (gemischten) blauen Lichte das wachsende Organ sich vom Lichte (Vorderlicht) wegbewegt, nämlich an das Substrat angedrückt wird, so muss diese Erscheinung als negativ heliotropische Wachsthumsbewegung gedeutet werden.

Das Wachsthum der Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zoll.* wird somit von zwei antagonistischen Hauptbewegungen beherrscht: von negativen Heliotropismus, welcher die Wurzel vom Lichte weg zum Substrate bewegt und durch Hyponastie, welche die entgegengesetzte Wirkung hervorbringt. Durch das Zusammenwirken dieser beiden antagonistischen Wachsthumsweisen werden alle Bewegungen dieser Wurzeln regulirt. Wenn eine auf der Rinde des Baumes vorhandene Erhabenheit das Wachsthum der Wurzeln zu hemmen droht, so wird durch relatives Überwiegen der Hyponastie das Hinderniss überwunden. Die auf der Rinde vorhandenen Vertiefungen werden wieder durch relatives Überwiegen des negativen Heliotropismus überschritten. Gewöhnlich, nämlich auf glatter Rinde, werden negativer Heliotropismus und Hyponastie sich das Gleichgewicht halten und die Luftwurzeln werden parallel zum Substrate sich während ihres Wachsthums weiterbewegen.

Dass die beiden genannten antagonistischen Wachsthumsbewegungen hinreichen, um die Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri* auch auf horizontal ausgebreitetem Substrate, diesem parallel, weiterzuführen, bedarf noch einer kurzen Erläuterung. Dass ausnahmsweise die Luftwurzeln dieses Epiphyten auf horizontaler Fläche wachsen, wurde schon oben (S. 83) erwähnt. Auch hier breiten sich dieselben radial aus und sind dem Substrate angedrückt. Während gewöhnlich der negative Heliotropismus dieser Luftwurzeln vom Vorderlichte ausgeht, sind dieselben bei Ausbreitung auf horizontaler Fläche auf das Oberlicht angewiesen. Bei einer unserer Pflanze zusagenden Lichtstärke wird das Oberlicht ebenso wie sonst das Vorderlicht, negativen Heliotropismus einzuleiten befähigt sein,

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

welcher im Zusammenwirken mit Hyponastie gleichfalls zur Ausbreitung der Luftwurzeln auf horizontaler Fläche führen muss.

Es ist leicht einzusehen, dass die gewöhnlich vorkommende, durch Heliotropismus und Geotropismus hervorgerufene Wachsthumsbewegung die Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zoll.* nicht befähigen könnte, sowohl auf horizontaler, als auf verticaler Fläche sich radiär auszubreiten.

Dass die Befestigung der auf irgend welcher Fläche sich ausbreitenden Luftwurzeln durch Wurzelhaare erfolgt, soll hier noch kurz erwähnt werden (siehe Tafel, Fig. *C*).

Ausser diesen das Wachsthum der Luftwurzeln hauptsächlich beherrschenden Hauptbewegungen scheinen noch secundäre Wachsthumsbewegungen vorzukommen. Man sieht nämlich, dass die Luftwurzeln häufig kleine, seitliche, hin- und hergehende Bewegungen ausführen, wodurch dieselben schwach wellenförmig hin- und hergekrümmt erscheinen.

Bezüglich der wahrscheinlichen Natur dieser Undulationen sei es mir erlaubt, hier einige kleine Bemerkungen einzuschalten. Diese Wachsthumsundulationen beruhen zweifellos auf ungleichseitigem lateralen Wachsthum, über welche Art von Wachsthumsbewegungen wir fast noch gar nichts Thatsächliches wissen, obgleich derartige Nutationen, d. i. Formen des ungleichseitigen Wachsthums von im primären Entwickelungsstadium sich befindlichen Organen, im Pflanzenreiche nicht selten vorkommen.

Die lateralen Wachsthumsbewegungen treten an bilateral-dorsiventralen Organen auf und sind an Blattorganen oft sehr deutlich ausgebildet; trotzdem hat man ihrer bisher fast gar nicht geachtet. An Blättern unterscheidet man gewöhnlich rücksichtlich der Wachsthumsbewegungen bloss das Längen- und das ungleichseitige mediane Wachsthum, nämlich die Hyponastie und Epinastie. Einer eindringlicheren Betrachtung kann es aber nicht entgehen, dass auch die Seiten des Organs nutiren, d. i. ein ungleiches Wachsthum darbieten können. Dieses ungleiche Seitenwachsthum (»laterale Nutationen«, wie ich sie nennen möchte) ist entweder spontaner oder paratonischer Natur, d. h. sie sind entweder auf innere oder auf

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

äussere Wachsthumsursachen (Wachsthumsreize) zurückzuführen. Als Beispiel der ersteren führe ich die (assymmetrischen) Seitenblätter von *Phaseolus multiflorus* an. Die paratonisch zustandekommenden lateralen Nutationen haben verschiedene Ursachen. Beispiele lateraler Nutationen, welche auf Heliotropismus, beziehungsweise Geotropismus beruhen, sind oben (S. 91) bereits namhaft gemacht worden. Sehr häufig kommen solche laterale Nutationen traumatisch zustande, nämlich durch einseitige Blattverletzung, wodurch die verletzte Seite bei weiterem Wachsthum concav, die entgegengesetzte convex wird, aber die Flächengestalt des Blattes erhalten bleibt.

Welcher Art die an den Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri* beobachteten lateralen Wachsthumsbewegungen sind, konnte nicht mehr festgestellt werden, wie denn überhaupt meine doch nur mehr gelegentlichen an diesem Epiphyten angestellten Beobachtungen, wie bereits erwähnt, nur einen fragmentarischen Charakter an sich tragen und nur desshalb für die Veröffentlichung bestimmt wurden, um auf einige merkwürdige Eigenthümlichkeiten dieser Pflanze hinzuweisen und zu weiteren Untersuchungen anzuregen.

Zusammenfassung einiger Hauptresultate.

1. Die Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri* haben ein ausserordentlich langsames Wachsthum. Unter günstigsten Verhältnissen beträgt der tägliche Längenzuwachs bloss 0·283 *mm*. Ihr stärkstes Wachsthum verhält sich zum stärksten Wachsthum des Bambusrohres beiläufig wie 1 : 2000. Das Wachsthum der Organe tropischer Gewächse ist allerdings gewöhnlich ein sehr intensives, es kann aber auch ungemein gering sein. In der Abhandlung wurde der Versuch gemacht, sowohl das intensive, als das über das gewöhnliche Niveau hinaus stark verminderte Wachsthum mit den tropischen Vegetationsbedingungen in Einklang zu bringen.

2. Diese Luftwurzeln breiten sich in der Regel auf den Hauptstämmen der Bäume radiär aus, also angenähert in einer verticalen Fläche. Damit im Zusammenhange steht ihr Unver-

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

mögen, geotropische Wachsthumsbewegungen auszuführen. Thatsächlich konnte keine Form des Geotropismus an diesen Wurzeln beobachtet werden.

3. Nach den bisher angestellten Beobachtungen werden — abgesehen von kleinen, ab und zu sehr deutlichen lateralen Krümmungen, welche stellenweise zu einer wellenförmigen Hin- und Herkrümmung dieser Organe führen — alle Wachsthumsbewegungen dieser Wurzeln von zwei antagonistischen Nutationen: negativem Heliotropismus und Hyponastie beherrscht.

4. Nach den bisher angestellten Beobachtungen wachsen die Wurzeln dieses Epiphyten nur im Lichte; sie unterscheiden sich dadurch sogar vom hypocotylen Stengelgliede der Mistel (*Viscum album*), welches anfangs nur im Lichte, in späteren Entwicklungsstadien auch unabhängig vom Lichte wächst.

5. Mit von Null ansteigender Lichtstärke hebt sich von einem bestimmten Minimum an die Wachsthumsintensität dieser Luftwurzeln, um nach Erreichung eines Optimums bei weiterer Steigerung der Lichtintensität schliesslich bis auf Null zu sinken.

d from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Erklärung der Figurentafel.

A und *B* *Taeniophyllum Zollingeri* [1] auf der Rinde von *Pterocarpus* sp. *A* blühendes, *B* fruchtendes Exemplar. Nach der Natur (Weingeistmateriale) in natürlicher Grösse gezeichnet.

C Querschnitte durch die Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri* in fünfmaliger linearer Vergrösserung. *o* Oberseite, *u* Unterseite der querdurchschnittenen Wurzeln. Die bei *u* anhaftende Masse besteht aus humificirten Rindentheilchen, welche den Wurzelhaaren anhaften.

[1] Da die bis jetzt veröffentlichten Abbildungen dieses merkwürdigen Epiphyten sehr unvollkommen ausfielen, so liess ich die beiden charakteristischen Habitusbilder (*A*, *B*) von der Künstlerhand des Herrn W. Liepold ausführen und fügte sie der vorliegenden Abhandlung bei.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologi

Liepold del. Lith Anst v Th Bannwarth, Wien